

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-216494
(43)Date of publication of application : 04.08.2000

(51)Int.Cl.

H01S 5/227
H01L 33/00

(21)Application number : 11-012097

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 20.01.1999

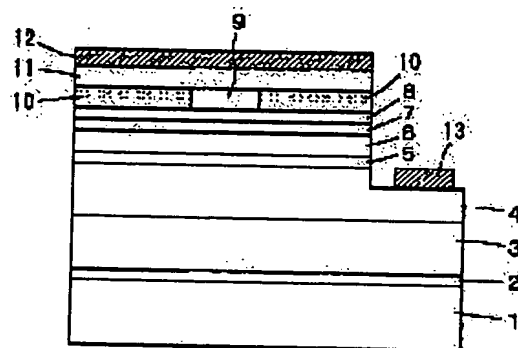
(72)Inventor : MATSUMOTO MITSU HARU
HAYASHI NOBUHIKO

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a semiconductor light emitting element whose film thickness can be controlled with high accuracy and to obtain its manufacturing method.

SOLUTION: A low-temperature-growth buffer layer 2, a GaN layer 3, an n-GaN layer 4, a crack preventive layer 5, an n-clad layer 6, an active layer 7, a first p-clad layer 8 and a second p-clad layer 9 are epitaxially grown sequentially on a sapphire substrate 1. The first p-clad layer 8 is composed of $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$. The second p-clad layer 9 is composed of $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}_{0.9}\text{P}_{0.1}$. By excluding a stripe-shaped region on the first p-clad layer 8, the second p-clad layer 9 is dry-etched by an RIBE method. At this time, since the etch rate of the second p-clad layer 9 is large as compared with that of the first p-clad layer 8, an etching operation can be stopped at the first p-clad layer 8.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.11.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-216494

(P 2 0 0 0 - 2 1 6 4 9 4 A)

(43) 公開日 平成12年8月4日(2000.8.4)

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

テ-マコード (参考)

H01S 5/227

H01S 3/18

665

5F041

H01L 33/00

H01L 33/00

C 5F073

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全8頁)

(21) 出願番号 特願平11-12097

(22) 出願日 平成11年1月20日(1999.1.20)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 松本 光晴

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72) 発明者 林 伸彦

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(74) 代理人 100098305

弁理士 福島 祥人

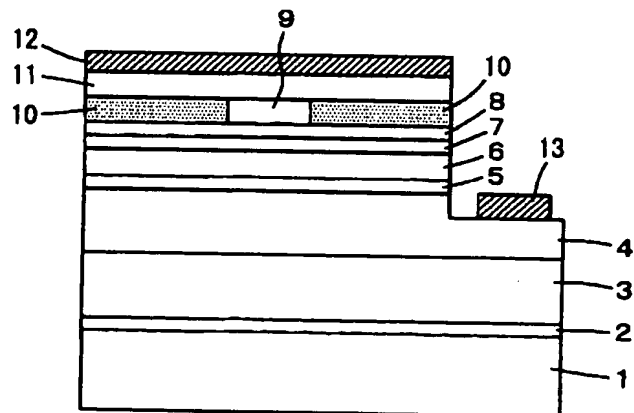
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 膜厚を高精度に制御することができる半導体発光素子およびその製造方法を提供することである。

【解決手段】 サファイア基板1上に低温成長バッファ層2、Ga_{0.5}N層3、n-GaN層4、クラック防止層5、n-クラッド層6、活性層7、p-第1クラッド層8およびp-第2クラッド層9を順にエピタキシャル成長させる。p-第1クラッド層8はAl_{0.1}Ga_{0.9}Nからなり、p-第2クラッド層9はAl_{0.1}Ga_{0.9}N_{0.1}P_{0.1}からなる。p-第1クラッド層8上のストライプ状の領域を除いてp-第2クラッド層9をRIE法によりドライエッチングする。このとき、p-第2クラッド層9のエッチング速度がp-第1クラッド層8に比べて大きいので、p-第1クラッド層8でエッチングを停止させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも 1 つを含む窒化物系半導体により形成される半導体発光素子であって、第 1 の層上にストライプ状の第 2 の層が形成され、前記第 2 の層の両側における前記第 1 の層上に電流阻止層が形成され、前記第 2 の層が前記第 1 の層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体により形成されたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 2】 ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも 1 つを含む窒化物系半導体により形成される半導体発光素子であって、活性層上に第 1 のクラッド層が形成され、前記第 1 のクラッド層上にストライプ状の第 2 のクラッド層が形成され、前記第 2 のクラッド層の両側における前記第 1 のクラッド層上に電流阻止層が形成され、前記第 2 のクラッド層が前記第 1 のクラッド層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体により形成されたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 3】 前記第 2 のクラッド層は、ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも 1 つを含む窒化物系半導体中の窒素の一部が窒素以外の V 族元素で置換された組成を有する窒化物系半導体により形成されたことを特徴とする請求項 2 記載の半導体発光素子。

【請求項 4】 前記第 2 のクラッド層は、インジウムアルミニウム窒素により形成されたことを特徴とする請求項 2 記載の半導体発光素子。

【請求項 5】 ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも 1 つを含む窒化物系半導体により形成される半導体発光素子であって、第 1 の層上にストライプ状の開口部を有する電流阻止層が形成され、前記開口部内の前記第 1 の層上および前記電流阻止層上に第 2 の層が形成され、前記電流阻止層が前記第 1 の層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体により形成されたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 6】 ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも 1 つを含む窒化物系半導体により形成される半導体発光素子であって、活性層上に第 1 のクラッド層が形成され、前記第 1 のクラッド層上にストライプ状の開口部を有する電流阻止層が形成され、前記開口部内の前記第 1 のクラッド層上および前記電流阻止層上に第 2 のクラッド層が形成され、前記電流阻止層が前記第 1 のクラッド層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体により形成されたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 7】 前記電流阻止層は、ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも 1 つを含む窒化物系半導体中の窒素の一部が窒素以外の V 族元素で置換された組成を有する窒化物系半導体により形成され

たことを特徴とする請求項 6 記載の半導体発光素子。

【請求項 8】 前記電流阻止層は、インジウムアルミニウム窒素により形成されたことを特徴とする請求項 6 記載の半導体発光素子。

【請求項 9】 ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも 1 つを含む窒化物系半導体により形成される半導体発光素子の製造方法であって、第 1 の層上に第 2 の層を形成する工程と、前記第 2 の層をエッチングによりストライプ状にパターンニングする工程とを備え、前記第 2 の層の材料として前記第 1 の層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体を用いることを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 10】 前記第 1 の層は第 1 のクラッド層であり、前記第 2 の層は第 2 のクラッド層であることを特徴とする請求項 9 記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 11】 ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも 1 つを含む窒化物系半導体により形成される半導体発光素子の製造方法であって、第 1 の層上に第 2 の層を形成する工程と、前記第 2 の層にエッチングによりストライプ状の開口部を形成する工程とを備え、前記第 2 の層の材料として前記第 1 の層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体を用いることを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 12】 前記第 1 の層はクラッド層であり、前記第 2 の層は電流阻止層であることを特徴とする請求項 11 記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 13】 前記第 2 の層の材料としてホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも 1 つを含む窒化物系半導体中の窒素の一部が窒素以外の V 族元素で置換された組成を有する窒化物系半導体を用いることを特徴とする請求項 9～12 のいずれかに記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 14】 前記第 2 の層の材料としてインジウムアルミニウム窒素を用いることを特徴とする請求項 9～12 のいずれかに記載の半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、BN（窒化ホウ素）、GaN（窒化ガリウム）、AlN（窒化アルミニウム）もしくはInN（窒化インジウム）またはこれらの混晶等のIII-V族窒化物系半導体（以下、窒化物系半導体と呼ぶ）からなる半導体発光素子およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、赤外あるいは赤色の光を発する半導体レーザ素子、発光ダイオード等の半導体発光素子として、GaAs系半導体発光素子が用いられている。

【0003】図8、図9および図10は従来のリッジストライプ構造を有するGaAs系半導体レーザ素子の製

10

20

30

40

50

造方法を示す模式的工程断面図である。図 8、図 9 および図 10 を参照しながら従来の GaAs 系半導体レーザ素子の製造方法を説明する。

【0004】まず、図 8 に示すように、GaAs 基板 61 上に、n-GaAs からなる n-バッファ層 62、n-AlGaAs からなる n-クラッド層 63、AlGaAs からなる活性層 64、p-AlGaAs からなる p-第 1 クラッド層 65、p-AlGaAs からなるエッチング停止層 66 および p-AlGaAs からなる p-第 2 クラッド層 67 を順にエピタキシャル成長させる。この場合、エッチング停止層 66 のエッチング速度が p-第 2 クラッド層 67 のエッチング速度よりも小さくなるようにエッチング停止層 66 の組成が選択される。

【0005】次に、図 9 に示すように、ストライプ状の領域を除いて p-第 2 クラッド層 67 を酸等を用いてウェットエッチングする。それにより、エッチング停止層 66 上にストライプ状の p-第 2 クラッド層 67 を形成する。このとき、エッチング停止層 66 においては、p-第 2 クラッド層 67 に比べてエッチング速度が小さいため、エッチング停止層 66 でエッチングが停止する。

【0006】さらに、図 10 に示すように、エッチング停止層 66 上に、n-GaAs からなる n-電流ブロック層 68 を形成し、n-電流ブロック層 68 上および p-第 2 クラッド層 67 上に、p-GaAs からなる p-コンタクト層 69 を形成する。最後に、p-コンタクト層 69 上に p 電極 70 を形成し、GaAs 基板 61 の裏面に n 電極 71 を形成する。

【0007】上記の半導体レーザ素子において、p-第 1 クラッド層 65 の膜厚が大き過ぎると、光の閉じ込めが弱くなる。逆に、p-第 1 クラッド層 65 の膜厚が小さ過ぎると、光の集中による共振器端面の破壊が生じやすくなる。そのため、p-第 1 クラッド層 65 の膜厚を高精度に制御する必要がある。

【0008】上記の製造方法においては、エッチング停止層 66 を用いることにより、p-第 2 クラッド層 67 のエッチングの際に p-第 1 クラッド層 65 までエッチングが進行することが防止される。その結果、p-第 2 クラッド層 67 の膜厚にばらつきがあっても、p-第 1 クラッド層 65 の膜厚を保ちつつ p-第 2 クラッド層 67 の所定部分を確実に除去することができる。

【0009】近年、青色または紫色の光を発する半導体レーザ素子、発光ダイオード等の半導体発光素子として GaN 系半導体発光素子の実用化が進んでいる。InGa_xN_{1-x}、AlGa_xN_{1-x}等の GaN 系半導体は、いずれも化学的に安定であり、ウェットエッチングを行うことが困難である。そのため、GaN 系半導体のエッチングの際には、通常、RIE 法（反応性イオンビームエッチング法）等のドライエッチングが用いられる。

【0010】

【発明が課題しようとする課題】 GaN 系半導体発光素

子の製造の際に、エッチング停止層を用いようとする、エッチング停止層の材料としては、他の GaN 系半導体層の材料に比べてさらにエッチングされにくい材料を選択する必要がある。しかも、このエッチング停止層は、他の GaN 系半導体層と格子整合しつつ結晶成長が可能である必要がある。エッチング停止層の材料としてこのような条件を満たす材料を見出すのは困難である。

【0011】本発明の目的は、膜厚を高精度に制御することができる窒化物系半導体発光素子およびその製造方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第 1 の発明に係る半導体発光素子は、ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも 1 つを含む窒化物系半導体により形成される半導体発光素子であって、第 1 の層上にストライプ状の第 2 の層が形成され、第 2 の層の両側における第 1 の層上に電流阻止層が形成され、第 2 の層が第 1 の層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体により形成されたものである。

【0013】本発明に係る半導体発光素子においては、第 2 の層が第 1 の層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体により形成されているので、第 2 の層のエッチングの際に第 1 の層でエッチング速度が非常に遅くなり、若しくはエッチングが停止する。したがって、第 1 の層の膜厚を保ちつつ第 2 の層の所定部分を確実に除去することが可能となり、特性の安定化および歩留りの向上が図られる。

【0014】第 2 の発明に係る半導体発光素子は、ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも 1 つを含む窒化物系半導体により形成される半導体発光素子であって、活性層上に第 1 のクラッド層が形成され、第 1 のクラッド層上にストライプ状の第 2 のクラッド層が形成され、第 2 のクラッド層の両側における第 1 のクラッド層上に電流阻止層が形成され、第 2 のクラッド層が第 1 のクラッド層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体により形成されたものである。

【0015】本発明に係る半導体発光素子においては、第 2 のクラッド層が第 1 のクラッド層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体により形成されているので、第 2 のクラッド層のエッチングの際に第 1 のクラッド層でエッチング速度が非常に遅くなり、若しくはエッチングが停止する。したがって、第 1 のクラッド層の膜厚を保ちつつ第 2 のクラッド層の所定の部分を確実に除去することが可能となり、特性の安定化および歩留りの向上が図られる。

【0016】第 2 のクラッド層は、ガリウム、アルミニ

ウムおよびインジウムの少なくとも1つを含む窒化物系半導体中の窒素の一部が窒素以外のV族元素で置換された組成を有する窒化物系半導体により形成されてもよい。この場合、窒化物系半導体中の窒素の一部が窒素以外のV族元素で置換されることにより、第2のクラッド層のエッチング速度が第1のクラッド層に比べて大きくなるとともに、第2のクラッド層が第1のクラッド層に対して格子整合することができる。

【0017】第2のクラッド層は、インジウムアルミニウム窒素により形成されてもよい。この場合にも、第2のクラッド層のエッチング速度が第1のクラッド層に比べて大きくなるとともに、第2のクラッド層が第1のクラッド層に対して格子整合することができる。

【0018】第3の発明に係る半導体発光素子は、ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも1つを含む窒化物系半導体により形成される半導体発光素子であって、第1の層上にストライプ状の開口部を有する電流阻止層が形成され、開口部内の第1の層上および電流阻止層上に第2の層が形成され、電流阻止層が第1の層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体により形成されたものである。

【0019】本発明に係る半導体発光素子においては、電流阻止層が第1の層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体により形成されているので、電流阻止層のエッチングの際に第1の層でエッチング速度が非常に遅くなり、若しくはエッチングが停止する。したがって、第1の層の膜厚を保ちつつ電流阻止層の所定部分を確実に除去することが可能となる。その結果、特性の安定化および歩留りの向上が図られる。

【0020】第4の発明に係る半導体発光素子は、ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも1つを含む窒化物系半導体により形成される半導体発光素子であって、活性層上に第1のクラッド層が形成され、第1のクラッド層上にストライプ状の開口部を有する電流阻止層が形成され、開口部内の第1のクラッド層上および電流阻止層上に第2のクラッド層が形成され、電流阻止層が第1のクラッド層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体により形成されたものである。

【0021】本発明に係る半導体発光素子においては、電流阻止層が第1のクラッド層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体により形成されているので、電流阻止層のエッチングの際に第2のクラッド層でエッチング速度が非常に遅くなり、若しくはエッチングが停止する。したがって、第1のクラッド層の膜厚を保ちつつ電流阻止層の所定部分を確実に除去することが可能となる。その結果、特性の安定化および歩留りの向上が図られる。

【0022】電流阻止層は、ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも1つを含む窒化物

系半導体中の窒素の一部が窒素以外のV族元素で置換された組成を有する窒化物系半導体により形成されてもよい。この場合、窒素の一部が窒素以外のV族元素で置換されることにより、電流阻止層のエッチング速度が第1のクラッド層に比べて大きくなるとともに、電流阻止層が第1のクラッド層に対して格子整合することができる。

【0023】電流阻止層は、インジウムアルミニウム窒素により形成されてもよい。この場合にも、電流阻止層のエッチング速度が第1のクラッド層に比べて大きくなるとともに、電流阻止層が第1のクラッド層に対して格子整合することができる。

【0024】第5の発明に係る半導体発光素子の製造方法は、ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも1つを含む窒化物系半導体により形成される半導体発光素子の製造方法であって、第1の層の上に第2の層を形成する工程と、第2の層をエッチングによりストライプ状にパターニングする工程とを備え、第2の層の材料として第1の層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体を用いるものである。

【0025】本発明に係る製造方法においては、第2の層の材料として第1の層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体を用いるので、第2の層のエッチングの際に第1の層でエッチング速度が非常に遅くなり、若しくはエッチングが停止する。したがって、第1の層の膜厚を保ちつつ第2の層の所定部分を確実に除去することができる。その結果、第1の層の膜厚を高精度に制御することが可能となり、特性の安定化および歩留りの向上が図られる。

【0026】特に、第1の層が第1のクラッド層であり、第2の層が第2のクラッド層であってもよい。この場合、第1のクラッド層の膜厚を保ちつつ第1のクラッド層上にストライプ状の第2のクラッド層を確実に形成することができる。

【0027】第6の発明に係る半導体発光素子の製造方法は、ホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも1つを含む窒化物系半導体により形成される半導体発光素子の製造方法であって、第1の層上に第2の層を形成する工程と、第2の層にエッチングによりストライプ状の開口部を形成する工程とを備え、第2の層の材料として第1の層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体を用いるものである。

【0028】本発明に係る製造方法においては、第2の層の材料として第1の層に比べて大きなエッチング速度を有する窒化物系半導体を用いるので、第2の層のエッチングの際に第1の層でエッチング速度が非常に遅くなり、若しくはエッチングが停止する。したがって、第1の層の膜厚を保ちつつ第2の層の所定部分を確実に除去することができる。この結果、第1の層の膜厚を高精度に制御することが可能となり、特性の安定化および歩留

りの向上が図られる。

【0029】特に、第1の層がクラッド層であり、第2の層が電流阻止層であってもよい。この場合、クラッド層の膜厚を保ちつつストライプ状の開口部を有する電流阻止層を確実に形成することができる。

【0030】第2の層の材料としてホウ素、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも1つを含む窒化物系半導体中の窒素の一部が窒素以外のV族元素で置換された組成を有する窒化物系半導体を用いてもよい。この場合、窒素の一部が窒素以外のV族元素で置換されているので、第2の層のエッチング速度が第1の層に比べて大きくなるとともに、第2の層が第1の層に対して格子整合することができる。

【0031】また、第2の層の材料としてインジウムアルミニウム窒素を用いてもよい。この場合にも、第2の層のエッチング速度が第1の層に比べて大きくなるとともに、第2の層が第1の層に対して格子整合することができる。

【0032】

【発明の実施の形態】図1、図2および図3は本発明の第1の実施例におけるGa_{0.9}N系半導体レーザ素子の製造方法を示す模式的工程断面図である。この半導体レーザ素子はリッジストライプ構造を有する。以下、図1、図2および図3を参照しながら本実施例の半導体レーザ素子の製造方法を説明する。

【0033】まず、図1に示すように、サファイア基板1上に、膜厚200ÅのAl_{0.1}Ga_{0.9}Nからなる低温成長バッファ層2、膜厚3μmのアンドープのGa_{0.9}N層3、膜厚3μmのn-Ga_{0.9}N層4、膜厚0.1μmのIn_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるクラック防止層5、膜厚0.8μmのn-Al_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるn-クラッド層6、膜厚0.1μmのIn_{0.1}Ga_{0.9}Nからなる多重量子井戸活性層7、膜厚0.1μmのp-Al_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるp-第1クラッド層8、および膜厚0.8μmのp-Al_{0.1}Ga_{0.9}N_{0.1}P_{0.1}からなるp-第2クラッド層9をMOCVD法(有機金属化学的気相成長法)等により順にエピタキシャル成長させる。

【0034】次に、図2に示すように、p-第1クラッド層8上のストライプ状の領域を除いてp-第2クラッド層9をRIE法によりドライエッチングする。エッチングガスとしてCF₄を用い、エッチング時間を30分とする。これにより、p-第1クラッド層8上に、ストライプ状のp-第2クラッド層9が形成される。このとき、Al_{0.1}Ga_{0.9}N_{0.1}P_{0.1}からなるp-第2クラッド層9は、Al_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるp-第1クラッド層8に比べてエッチング速度が大きくエッチングされやすい。したがって、p-第1クラッド層8でエッチング速度が非常に遅くなる。すなわち、p-第1クラッド層8がエッチング停止層として働く。

【0035】さらに、図3に示すように、p-第1クラッド層8上に膜厚0.8μmのn-Ga_{0.9}Nからなるn-電流ブロック層10を成長させ、p-第2クラッド層9上およびn-電流ブロック層10上に、膜厚0.1μmのp-Ga_{0.9}Nからなるp-コンタクト層11を成長させる。次に、p-コンタクト層11からn-Ga_{0.9}N層4までの一部領域をRIE法によりエッチングし、n-Ga_{0.9}N層4を露出させる。

【0036】最後に、p-コンタクト層11上にp電極12を形成し、露出したn-Ga_{0.9}N層4上にn電極13を形成する。

【0037】上記のように、本実施例の半導体レーザ素子の製造方法においては、p-第2クラッド層9の材料としてp-第1クラッド層8の材料に比べて大きなエッチング速度を有する材料を選択することにより、p-第2クラッド層9のエッチングの際にp-第1クラッド層8をエッチング停止層として利用することができる。したがって、p-第1クラッド層8の膜厚を保ちつつp-第2クラッド層9の所定部分を確実に除去することが可能となる。その結果、高精度のリッジを形成することが可能となり、半導体レーザ素子の特性の安定化および歩留りの向上が図られる。

【0038】なお、p-第2クラッド層9の材料としては、活性層7の材料に比べて屈折率が高くかつバンドギャップが大きいこと、および格子定数が下地のp-第1クラッド層8の材料に近いことが必要である。

【0039】図4、図5および図6は本発明の第2の実施例におけるGa_{0.9}N系半導体レーザ素子の製造方法を示す模式的工程断面図である。この半導体レーザ素子はセルフアライン構造を有する。以下、図4、図5および図6を参照しながら本実施例の半導体レーザ素子の製造方法を説明する。

【0040】まず、図4に示すように、サファイア基板21上に、Al_{0.1}Ga_{0.9}Nからなる低温成長バッファ層22、アンドープのGa_{0.9}N層23、n-Ga_{0.9}N層24、In_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるクラック防止層25、n-Al_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるn-クラッド層26、In_{0.1}Ga_{0.9}Nからなる多重量子井戸活性層27、p-Al_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるp-第1クラッド層28、およびn-Al_{0.1}Ga_{0.9}N_{0.1}P_{0.1}からなるn-電流ブロック層29を順にエピタキシャル成長させる。

【0041】次に、図5に示すように、n-電流ブロック層29のストライプ状の領域をRIE法によりドライエッチングすることにより、ストライプ状の開口部を形成する。このとき、p-第1クラッド層28の膜厚が小さいため、エッチングが活性層27まで進行しないようにエッチングをp-第1クラッド層28で確実に停止させる必要がある。Al_{0.1}Ga_{0.9}N_{0.1}P_{0.1}からなるn-電流ブロック層29は、Al_{0.1}Ga_{0.9}Nか

らなるp-第1クラッド層28に比べてエッチング速度が大きくエッチングされやすい。したがって、p-第1クラッド層28でエッチング速度が非常に遅くなる。すなわち、p-第1クラッド層28がエッチング停止層として働く。

【0042】さらに、図6に示すように、ストライプ状の開口部内のp-第1クラッド層28上およびn-電流ブロック層29上にp-Al_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるp-第2クラッド層30を成長させ、p-第2クラッド層30上にp-GaNからなるp-コンタクト層31を成長させる。次に、p-コンタクト層31からn-GaN層24までの一部領域をRIBE法により除去し、n-GaN層24を露出させる。

【0043】最後に、p-コンタクト層31上にp電極32を形成し、露出したn-GaN層24上にn電極33を形成する。

【0044】上記のように、本実施例の半導体レーザ素子の製造方法においては、n-電流ブロック層29の材料としてp-第1クラッド層28の材料に比べて大きなエッチング速度を有する材料を選択することにより、n-電流ブロック層29のエッチングの際にp-第1クラッド層28をエッチング停止層として利用することができる。したがって、p-第1クラッド層28の膜厚を保ちつつn-電流ブロック層29の所定部分を確実に除去することができる。その結果、p-第1クラッド層28の膜厚を高精度に制御することが可能となり、半導体レーザ素子の特性の安定化および歩留りの向上が図られる。

【0045】図7は本発明の第3の実施例によるGaN系半導体レーザ素子の模式的断面図である。この半導体レーザ素子はリッジストライプ構造を有する。

【0046】図7の半導体レーザ素子においては、図3のp-第2クラッド層9の代わりに、InAlNからなるp-第2クラッド層9aが設けられている。p-第2クラッド層9aのIn、AlおよびNの組成はIn_{0.1}Al_{0.9}Nである。図7の半導体レーザ素子の他の部分の構成は、図3の半導体レーザ素子の構成と同様である。

【0047】本実施例の半導体レーザ素子においても、p-第2クラッド層9aの材料としてp-第1クラッド層8の材料に比べて大きなエッチング速度を有する材料を選択することにより、p-第2クラッド層9aのエッチングの際にp-第1クラッド層8をエッチング停止層として利用することができる。したがって、p-第1クラッド層8の膜厚を保ちつつp-第2クラッド層9aの所定部分を確実に除去することができる。その結果、高精度のリッジ形成が可能となり、半導体レーザ素子の特性の安定化および歩留りの向上が図られる。

【0048】上記第1および第3の実施例では、p-第2クラッド層9、9aの材料としてPを含む材料を用い

ているので、RIBE法等のドライエッチングの代わりにウェットエッチングを用いることもできる。

【0049】なお、上記第1、第2および第3の実施例では、エッチングするp-第2クラッド層9、9aまたはn-電流ブロック層30の材料としてAlGaNまたはInAlNを用いているが、この他にも、III族元素としてB、Ga、AlおよびInの少なくとも1つが含まれていればよく、また、V族元素としてAs、Sb等が含まれていてもよい。

【0050】また、第1および第3の実施例において、クラック防止層上にストライプ状のn-第2クラッド層およびp-電流ブロック層を形成し、n-第2クラッド層上およびp-電流ブロック層上にn-第1クラッド層を形成し、n-第1クラッド層上に活性層、p-クラッド層およびp-コンタクト層を順に形成してもよい。

【0051】また、上記第1、第2または第3の実施例の半導体レーザ素子において、各層のn型とp型とを互いに逆にしてもよい。

【0052】上記実施例では、本発明を半導体レーザ素子に適用した場合を説明したが、本発明はGaN系発光ダイオード等の他のGaN系半導体発光素子にも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例におけるGaN系半導体レーザ素子の製造方法を示す第1の模式的工程断面図である。

【図2】本発明の第1の実施例におけるGaN系半導体レーザ素子の製造方法を示す第2の模式的工程断面図である。

【図3】本発明の第1の実施例におけるGaN系半導体レーザ素子の製造方法を示す第3の模式的工程断面図である。

【図4】本発明の第2の実施例におけるGaN系半導体レーザ素子の製造方法を示す第1の模式的工程断面図である。

【図5】本発明の第2の実施例におけるGaN系半導体レーザ素子の製造方法を示す第2の模式的工程断面図である。

【図6】本発明の第2の実施例におけるGaN系半導体レーザ素子の製造方法を示す第3の模式的工程断面図である。

【図7】本発明の第3の実施例におけるGaN系半導体レーザ素子の模式的断面図である。

【図8】従来のGaAs系半導体レーザ素子の製造方法を示す第1の模式的工程断面図である。

【図9】従来のGaAs系半導体レーザ素子の製造方法を示す第2の模式的工程断面図である。

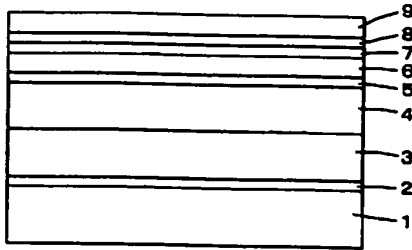
【図10】従来のGaAs系半導体レーザ素子の製造方法を示す第3の模式的工程断面図である。

【符号の説明】

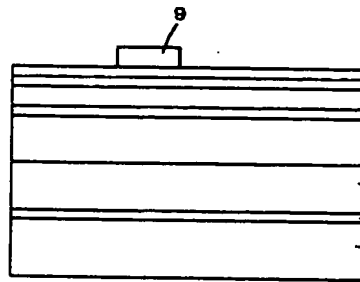
- 11
1, 21 サファイア基板
6, 26 n-クラッド層
7, 27 活性層

- 12
8, 28 p-第1クラッド層
9, 30 p-第2クラッド層
10, 29 n-電流ブロック層

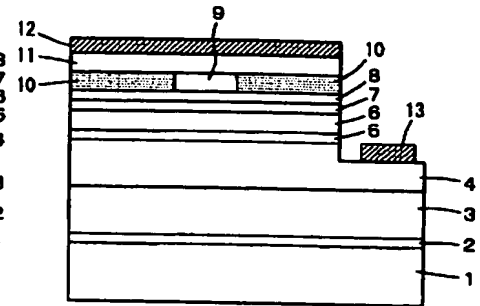
【図1】



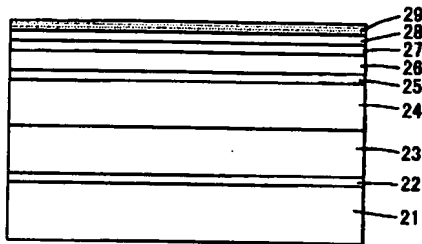
【図2】



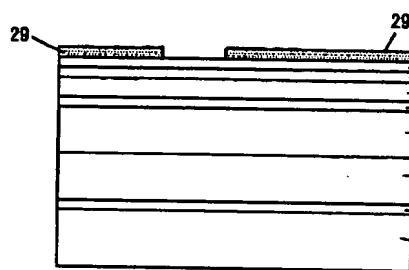
【図3】



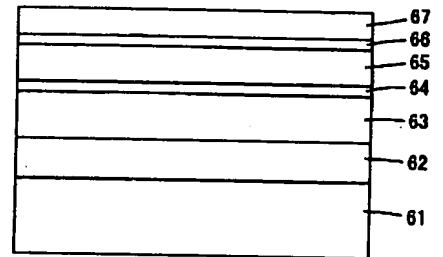
【図4】



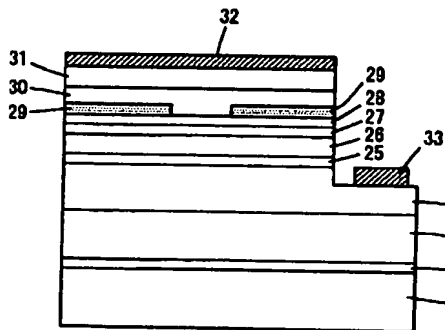
【図5】



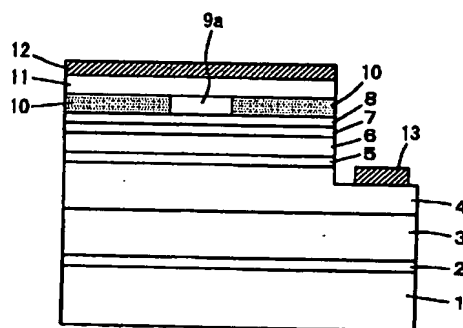
【図8】



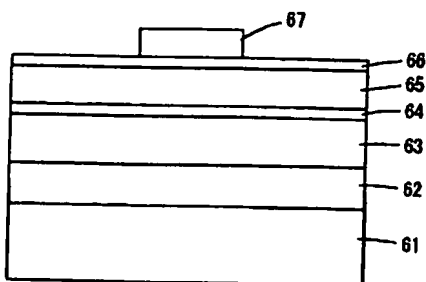
【図6】



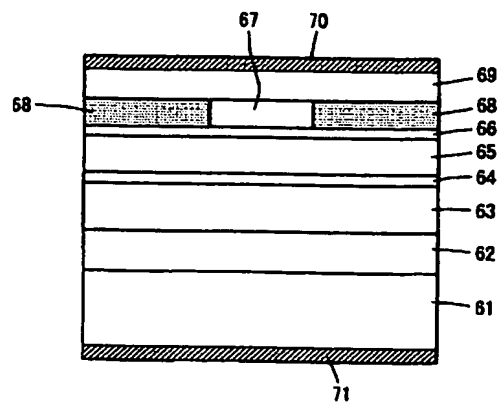
【図7】



【図9】



【図 10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F041 AA43 CA04 CA05 CA14 CA34
CA40 CA46 CB03
5F073 AA13 AA20 AA51 AA53 AA55
AA74 CA07 CB05 CB07